

(令 4 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 5
化 学	6～14
生 物	15～24
地 学	25～30

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

生 物

I 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

植物が行う光合成では、細胞内にある葉緑体^(A)という細胞小器官で、光エネルギーを用いて H_2O と CO_2 から有機物が合成され、 O_2 が発生する。この過程は、葉緑体内のチラコイドで起こるATPとNADPH^(B)の合成と、で起こる有機物の合成に大きく分けることができる。

チラコイドでは、光化学系Iと光化学系IIの反応中心のクロロフィルに光エネルギーが集められると、これらのクロロフィルからが放出され、NADPH合成に利用される。を失ったクロロフィルは、光化学系IIでは H_2O の分解によって生じるを、光化学系Iでは光化学系IIから伝達されてきたを受け取って元の状態に戻る。この過程の間に、チラコイド膜内外に形成される濃度勾配が、ATP^(C)合成に利用される。

チラコイドで合成されたATPとNADPHを用いて、で起こる代謝反応である回路により、 CO_2 を還元して有機物が合成される。この回路^(D)の CO_2 固定反応では、という酵素の働きにより、 CO_2 が C_5 化合物に固定され、 C_3 化合物であるが2分子、合成される。

はATPを用いてリン酸化され、さらにNADPHを用いて還元され、グリセルアルデヒド3-リン酸へ変換され、この一部が有機物を合成する材料に利用される。

問1 空欄～にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(A)に関して、葉緑体は独自のDNAを持っており、その構造は細菌と同じ環状二本鎖である。この理由として考えられていることを、40字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 3 下線部(B)に関して、植物とは異なり、光合成細菌では光合成を行う際に、 O_2 が発生しない。この理由を 35 字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 4 下線部(C)に関して、植物において、葉緑体と類似した仕組みで ATP を合成している葉緑体以外の細胞小器官の名称と、その細胞小器官内で ATP 合成酵素が存在する部位の名称を答えなさい。

問 5 下線部(D)に関して、以下の問いに答えなさい。

C_5 化合物に CO_2 固定を行う酵素反応は、 O_2 により競争的に阻害されることが知られている。この CO_2 固定反応速度を、 O_2 が全く存在しない条件、あるいは一定濃度の O_2 が存在する条件で、 CO_2 濃度を变化させ測定すると、それぞれの CO_2 固定反応速度はどのように変化すると考えられるか。図 1 のグラフ(a)~(f)のうちから最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。 O_2 が全く存在しない条件を実線、一定濃度の O_2 が存在する条件を点線で示している。ただし、 C_5 化合物の濃度はこの酵素の濃度よりもはるかに高く、反応速度に影響しないものとする。また測定中、酵素は失活せず、酵素の濃度は一定であり、 O_2 はこの酵素に不可逆的に結合しないものとする。

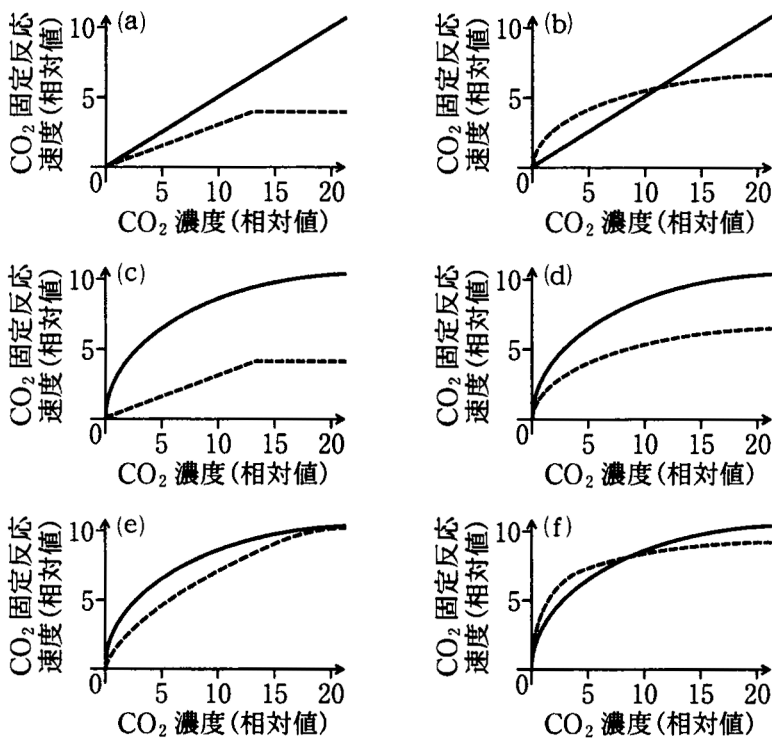


図 1

Ⅱ 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

細胞分化とは、比較的均質な細胞集団から異なる性質を持った細胞が生じる現象であり、胚発生はその最たる例であろう。単一の細胞である受精卵が、細胞分裂を繰り返しながら複雑かつ多様な器官を形成し、高度に組織化された「個体」となるためには、細胞分化が適切な場所で行われることが必要である。

細胞分化はしばしば細胞間の相互作用に依存しており、胚を構成するそれぞれの細胞が近接した他の細胞からのシグナルを受け取ることにより、細胞分化が促進されると考えられている。例えば、カエルの胚発生では、予定内胚葉の細胞は予定外胚葉領域に働きかけて中胚葉を生じさせる^(A)ことが知られている。背側の中胚葉(原口背唇部)^(B)は形成体と呼ばれる領域であり、近傍の外胚葉の細胞に働きかけて神経板を生じさせる。このような細胞間の相互作用は、胚を構成するそれぞれの細胞が「自分はどこにいるか」という位置情報を得るための手がかりとなっており、各細胞はそれに応じた適切な細胞分化を遂げる。

上記の例では、形成体を生じさせるシグナルとしてノーダルタンパク質^(C)が、神経板を生じさせるシグナルとしてコーディンタンパク質^(D)やノギンタンパク質が知られている。いずれも細胞外へ分泌されるタンパク質であり、細胞間の相互作用に重要な役割を果たしていることがわかっている。

問1 下線部(A), (B)の現象をそれぞれ何と呼ぶか、名称を答えなさい。

問2 下線部(C), (D)について、ノーダルタンパク質およびコーディンタンパク質は、それぞれ胚のどの領域の細胞で発現していると考えられるか答えなさい。

問3 脊椎動物の外胚葉、中胚葉、および内胚葉が、それぞれ将来形成する組織・器官を、以下の(a)～(i)から全て選び、記号で答えなさい。

- (a) 角膜 (b) 骨格筋 (c) 肺 (d) 脊髄 (e) 肝臓 (f) 腎臓
(g) 心臓 (h) すい臓 (i) 腸管上皮(腸の内壁)

問 4 発生初期(胞胚期)のカエル胚の予定内胚葉領域と予定外胚葉領域をそれぞれ単独で培養すると、予定内胚葉領域からは内胚葉組織が、予定外胚葉領域からは表皮が分化することが知られている。予定内胚葉領域と予定外胚葉領域を組み合わせ、それぞれが互いに接触した状態で培養すると、予定外胚葉領域からはどのような組織が生じると考えられるか、30字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 5 コーディンタンパク質やノギンタンパク質は、BMP と呼ばれるタンパク質に結合し、その機能を阻害することで外胚葉の一部を神経板へと分化させると考えられている。以下の問いに答えなさい。

(1) カエル胚において BMP タンパク質を過剰に発現させた場合、神経胚期の外胚葉ではどのような変化が生じると予想されるか、30字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。

(2) カエル胚において BMP タンパク質の発現を抑制した場合、神経胚期の外胚葉ではどのような変化が生じると予想されるか、30字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

季節に応じて開花する植物には、日の長さ(日長)を認識して花芽形成を誘導する仕組みがある。この反応を持つ植物には、一定時間以下の日長が与えられると花芽形成が促進される 植物、逆に一定時間以上の日長が与えられると花芽形成が促進される 植物がある。 植物の花芽誘導には一定時間の連続した暗期が必要であり、暗期に光照射を行う によって暗期が一定時間以下に分断されると花芽誘導が阻害される。 による花芽誘導の阻害には、赤色光が最も効果を持ち、その効果は遠赤色光により打ち消されることから、光受容体である が関与している。植物の日長に応じた花芽誘導に関する身近な問題として、街灯や深夜営業する店舗近くの水田で栽培されるイネの花芽誘導が遅延する現象が知られている。

植物の花芽誘導には花成ホルモンであるフロリゲンが関わっている。フロリゲンの実体はタンパク質であり、植物の で合成され、 を介して茎頂分裂組織に運ばれて花芽を誘導する。

ここで、ある作物の2つの品種について花芽誘導に要する日数を調べたところ、品種Xは約80日、品種Yは約150日であった。これら2つの品種の花芽誘導については、フロリゲンをコードするF遺伝子が単独で制御していることが分かっている。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(A)について、花芽形成が誘導されるかどうかの境界となるような連続した暗期は何と呼ばれるか、答えなさい。

問3 下線部(B)について、人工照明の近くで栽培されるイネの花芽誘導が遅延する理由を45字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 4 空欄 と にあてはまる語句の組み合わせとして適切なものを、以下の(a)~(d)から選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-----|------------------------------------|-------------------------------------|
| (a) | <input type="text" value="オ"/> : 根 | <input type="text" value="カ"/> : 道管 |
| (b) | <input type="text" value="オ"/> : 根 | <input type="text" value="カ"/> : 師管 |
| (c) | <input type="text" value="オ"/> : 葉 | <input type="text" value="カ"/> : 道管 |
| (d) | <input type="text" value="オ"/> : 葉 | <input type="text" value="カ"/> : 師管 |

問 5 品種 X と品種 Y を用いて行った交配実験について、以下の問いに答えなさい。

(1) 品種 X と品種 Y を交配して得られた雑種第 1 代(F_1)である 50 個体は、いずれも花芽誘導に約 80 日を要した。この F_1 を品種 Y と交配し、合計 440 粒の種子を得た。この種子を発芽させて栽培した 440 個体のうち、品種 Y と同様に花芽誘導に約 150 日を要する個体数の期待値を答えなさい。

(2) この作物において、生育初期の苗を枯死させる病原菌 α に対する抵抗性を規定する S 遺伝子は、染色体上で F 遺伝子のごく近傍に位置しており、これら遺伝子間での組み換えは事実上起こらない。品種 X と品種 Y の苗に病原菌 α を接種したところ、品種 X はいずれも抵抗性反応を示し、枯死する個体は見られなかったが、品種 Y はいずれも感受性を示して枯死した。また、品種 X と品種 Y を交配して得られた F_1 である 50 個体の苗に病原菌 α を接種したところ、いずれも抵抗性反応を示し、枯死する個体は生じなかった。この F_1 と品種 Y を交配して得られた 730 個の種子を発芽させ、その苗に病原菌 α を接種した。この時、枯死しなかった個体のうち、品種 Y と同様に花芽誘導に約 150 日を要する個体数の期待値を答えなさい。また、そのように考えた理由を 60 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

IV 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点18点)

生物種は、同じ場所に生息する他の種と様々な種間関係をもっている。例えば、種Xと別の種Yが互いに利益を得る関係は と呼ばれる。一方、種Xが ^(A)利益を受け、種Yは利益も不利益もない関係は ^(B) という。また、種Xが種Yを捕食したり、種Yに したりする場合、種Xは利益を得るが、種Yには不利益となる。種Xと種Yの間で競争がある場合は互いに不利益を生じうる。

^(C)種間関係のうち、食う食われるの関係、つまり捕食者と の関係がつながっていくことを という。このような関係を通じて、ある種が直接的な ^(D)相互作用をもたない離れた栄養段階に属する別の種にも影響を及ぼすことがあり、これを という。特に、 の上位にあり、生物量はそれほど多くないが、ほかの生物の生活に大きな影響を与えるものを と呼ぶ。 がいなければ生態系のバランスが大きく崩れる。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 の例として知られている生物名を1つ答えなさい。

問3 下線部(A)～(C)のそれぞれについて、種Xと種Yの関係にあてはまる生物として最も適切な組み合わせを次の(a)～(g)から1つずつ選び、記号で答えなさい。

- | | |
|---------------|------------|
| (a) 種X：ジンベイザメ | 種Y：コパンザメ |
| (b) 種X：ブナ | 種Y：ヤドリギ |
| (c) 種X：チーター | 種Y：ジャガー |
| (d) 種X：ナミハダニ | 種Y：カブリダニ |
| (e) 種X：カクレウオ | 種Y：ナマコ |
| (f) 種X：クマノミ | 種Y：イソギンチャク |
| (g) 種X：イワナ | 種Y：ヤマメ |

問 4 下線部(C)について、以下の問いに答えなさい。

ゾウリムシ、ヒメゾウリムシ、ミドリゾウリムシを別々の容器で単独飼育すると、それぞれ図1の(I)、(II)、(III)のような成長曲線を描いて増殖する。単独飼育と同様の条件で、ゾウリムシとヒメゾウリムシを同じ容器で混合飼育すると激しい競争が生じた。同様にゾウリムシとミドリゾウリムシを同じ容器で混合飼育すると弱い競争が生じた。混合飼育によってそれぞれの種はどのような成長曲線を描いたか、図2の(a)~(f)から最も適切なものを1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、図2の実線はゾウリムシを、点線はヒメゾウリムシまたはミドリゾウリムシを示す。

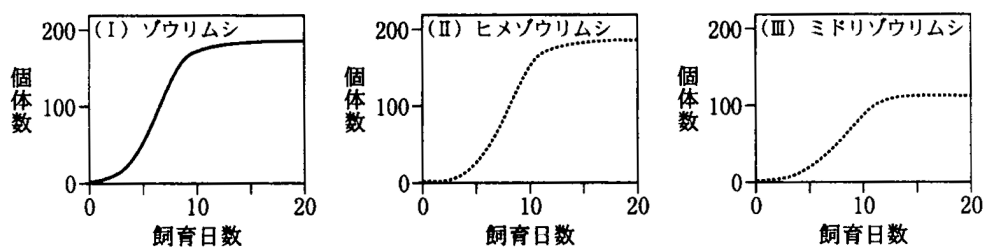


図 1

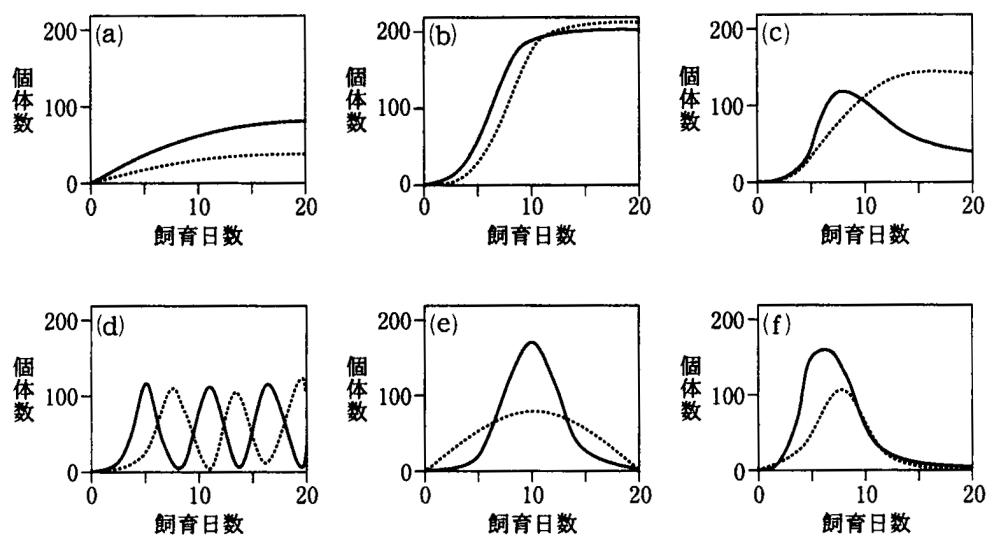


図 2

問 5 下線部(C)について、競争は種間だけでなく種内でも生じる。種 X にとって種 Y との競争より同種内の競争の方が種 X の個体群密度に及ぼす影響が大きい。その理由を 30 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 6 下線部(D)について、以下の問いに答えなさい。

鳥類のシジュウカラは植物の葉をほとんど食べないが、日本の夏緑樹林で、シジュウカラの個体数が減少すると、ミズナラの葉の食害が増加する傾向が観察された。このような傾向が生じる理由として考えられることを、60 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。